



MAASEUTU.FI

Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin.



Kerääjäkasvit biokaasutuotannossa

Maaseudun energiapäivä
29.11.2016, Lahti



Maritta Kymäläinen
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelmasta
Biotalous tutkimusyksikkö, HAMK

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

LAMK

 **LUT**
Lappeenranta
University of Technology

PRO
Agria

Ravinteet pellossa vaan ei vesistöön –hanke

(YM, RaKi-ohjelma, 5/2015 – 5/2017)

RAVINNERESURSSI



KERÄÄJÄKASVIT

Kerääjäkasvit sitovat maasta typpeä estäen sen huuhtoutumista. Lisäksi ne kuohkeuttavat maata sekä parantavat maan mururakennetta ja vedenpidätyskykyä. Kun maan rakenne paranee, myös ravinteiden hyödyntäminen paranee. Näin ravinteita jää peltoon eikä valu vesistöihin.

Työpaketti: Kerääjäkasvit

Kerääjäkasvien viljely Mustialan pellolla ja koeruuduilla kesä 2015 ja 2016

Satomäärät, ravinnesisältö, ruokinnallinen arvo (rehukäyttö), vaikutus pääkasvisatoon

Sadon käyttö:

- Laidunnus (lampaat)
- Rehukäyttö
- Biokaasun raaka-aine



HELSINGIN YLIOPI
LAMMIN BIOLOGINEN

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ravinteet pellossa vaan ei vesistöön –hanke

RAVINNERESURSSI



KERÄÄJÄKASVIT

Kerääjäkasvit sitovat maasta typpeä estäen sen huuhtoutumista. Lisäksi ne kuohkeuttavat maata sekä parantavat maan mururakennetta ja vedenpidätyskykyä. Kun maan rakenne paranee, myös ravinteiden hyödyntäminen paranee. Näin ravinteita jää peltoon eikä valu vesistöihin.

Kontaktit

Kerääjäkasvien viljely ja sadonkorjuu:

Luke: *Hannu Känkänen, Oiva Niemeläinen*

Laidunnus ja rehukäyttö:

HAMK: *Katariina Manni*

Biokaasutuotanto:

HAMK: *Maritta Kymäläinen, Laura Kannisto*

Luke: *Erika Winqvist*

etunimi.sukunimi@luke.fi
etunimi.sukunimi@hamk.fi



HELSINGIN YLIOPI
LAMMIN BIOLOGINEN

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Kerääjäkasvien viljely



Kerääjäkasvin viljely aluskasvina:

- Kylvö samanaikaisesti pääviljan kanssa
- Kasvun kiihtyminen pääviljakorjuun jälkeen syyskesällä
 - Korjuu myöhemmin syksyllä tai
 - Talvehtiminen / kääntö maahan → ravinteiden vapautuminen kasvien käyttöön seuraavalla kasvukaudella; lisälannoituksen väheneminen

Hyödyt:

- Ravinnevalumien vähentäminen
 - n. 42 % pienempi N-valuma (Ruotsin, Tanskan kokemukset)
- Maan laadun parantuminen
 - Maan rakenteen (org.aines) ja vedenpidätyskyvyn paraneminen
- Lisäksi, kun kerääjäkasvisato korjataan:
 - Ravinteiden poisto hallittuun kiertoon ja käyttöön; korkean P-tason pelloilla keino vähentää P-pitoisuutta ja talviaikaista P-huuhtoutumista
 - Mahdollistaa sadon hyötykäytön!

Viljely Suomessa

- v. 2015: n. 250 000 ha ; v. 2016 n. 142 000 ha ← viljelytuki



Kerääjäkasvien koeruutuja, 23.9.2016. Päävilja: ohra, korjattu 10.8.2016

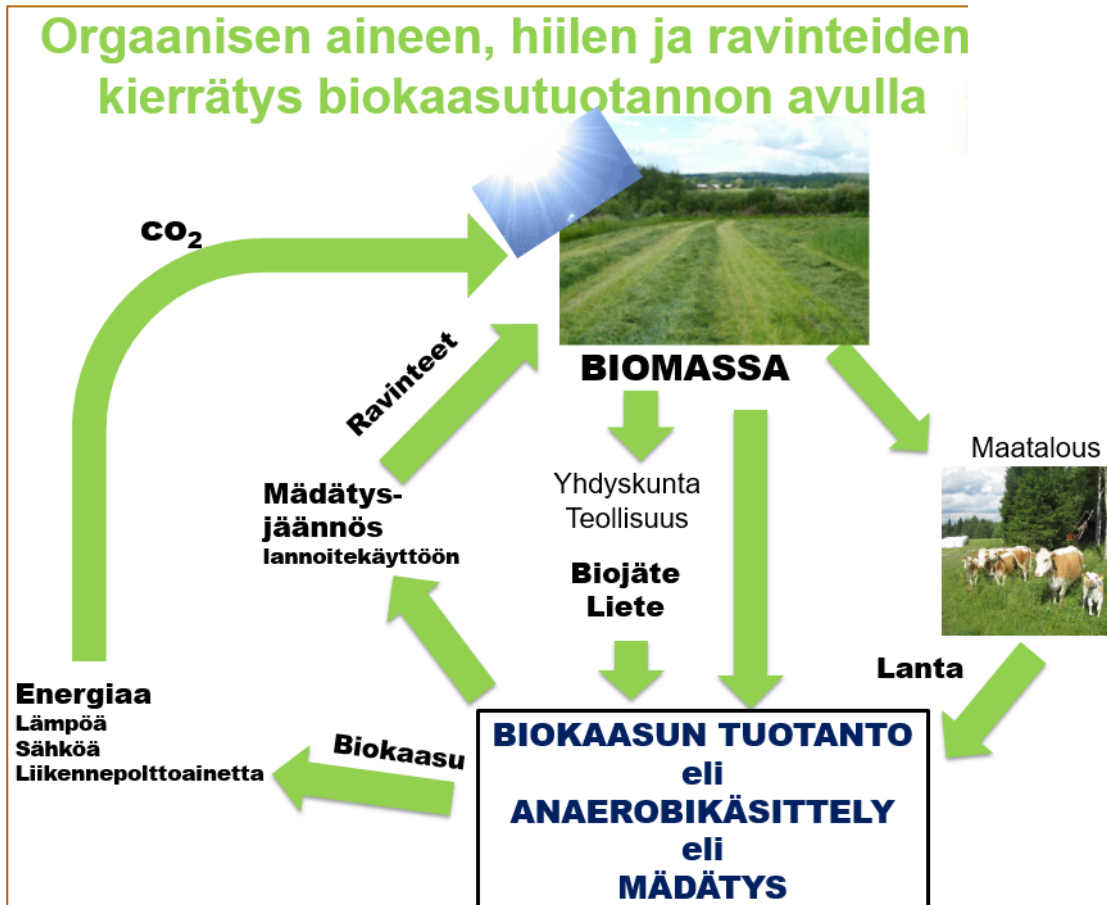
Lisää kuvia kesän 2016 kerääjäkasvikokeista Mustialan pellolla:

<https://www.flickr.com/photos/136171869@N03/albums/72157668861330035>

Tietoa ja havaintoja kerääjäkasvikokeista, lue:

<http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/ravinneresurssi/keraaajakasvit/Sivut/peltoviljat>

Kerääjäkasvisadon hyödyntäminen biokaasutuotannossa



- Ravinteiden kierrätys mädätysjäännöksen mukana takaisin peltoon
- Bioenergian tuotto

Säilöntä



Kesän 2015 satoa n. 3 kk:n säilönnän jälkeen:



Kerääjäkasvien säilöntä

- Korjattu kerääjäkasvusto pilaantuu nopeasti ilman säilöntää
- Kerääjäkasvisäilörehua voidaan käyttää sekä eläinten rehuna että biokaasun raaka-aineena
- Tässä, niitetyt kerääjäkasvit säilöttiin minisiiloihin (säilykepurkkeihin) tiiviisti
 - Purkit suljettiin ja säilytettiin vähintään 90 vrk pimeässä, huoneenlämmössä
- Siiloihin saatiin tiivistettyä eri määrät rehua, vaihtelevuuteen vaikutti rehun sisältämän oljen/sängen määrä
 - Yleisesti ottaen: Olki nostaa seoksen kapasiteettia, vähentää säilönnän aikaisia valumia; toisaalta jos liian kuivaa heikentää säilönnän onnistumista
- Säilönnän on aiemmissa tutkimuksissa todettu nopeuttavan AD-hajoamista



Säilöntään ja biokaasututkimukseen valitut koeruudut

Koodi	Kerääjäkasvi	Lannoitus	Viljelypaikka
A2	Italianraiheinä (7 kg/ha)	Karjanlanta max määrä, loput väkilannoitteena	karjatila
A3	Italianraiheinä (20 kg/ha)	Karjanlanta max määrä, loput väkilannoitteena	karjatila
A4	Monivuotinen heinäseos	Karjanlanta max määrä, loput väkilannoitteena	karjatila
A6	Puna-apila + italianraiheinä	Karjanlanta max määrä, loput väkilannoitteena	karjatila
A7	Puna-apila	Karjanlanta max määrä, loput väkilannoitteena	karjatila
A8	Puna-apila + italianraiheinä (ohra kokoviljana)	Karjanlanta max määrä, loput väkilannoitteena	karjatila
B8	Valkoapila	Lannoitus kokonaan väkilannoitteella	viljatila

Kesän 2015 satotietoja

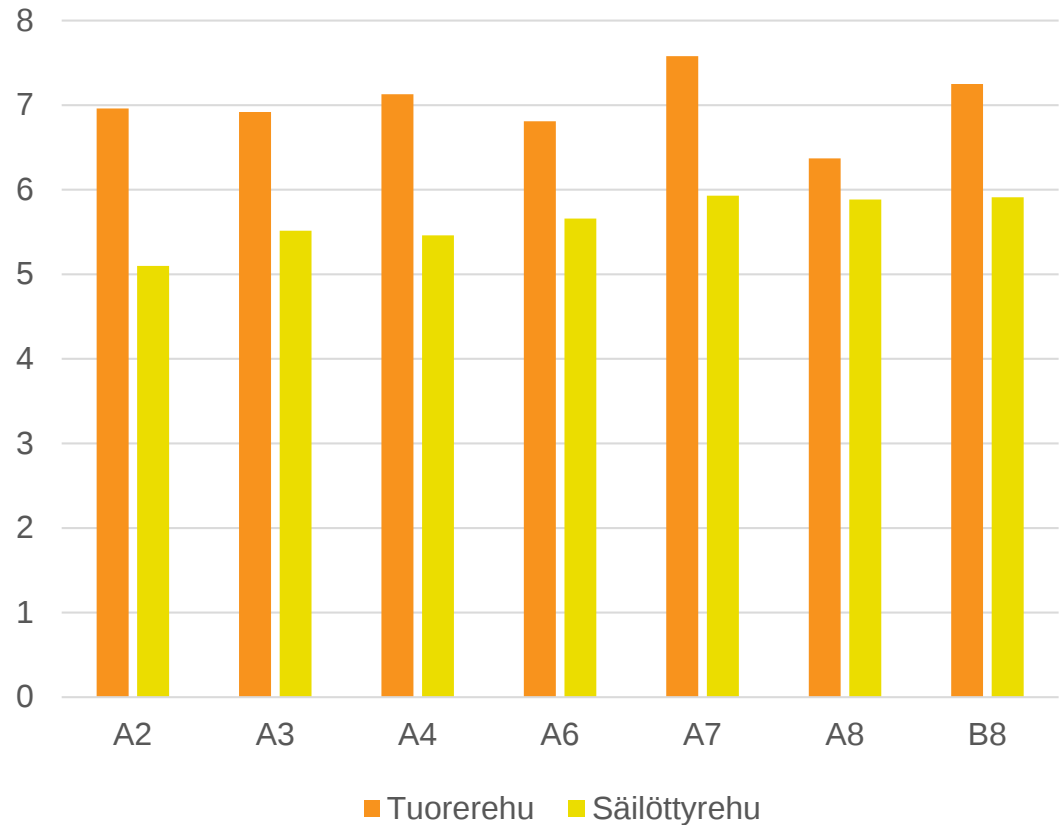
Koodi	Kerääjäkasvi (KK)	KK sato kgTS ha ⁻¹	Ohrasato kg ha ⁻¹	TS, %	VS/TS, %	C/N - suhde	oljen osuus massa-%
A2	IR, kylvö 7 kg ha ⁻¹	1 762	5 370	29	93,1	36	52
A3	IR, kylvö 20 kg ha ⁻¹	2 057	4 780	27	92,6	28	47
A4	Monivuotinen heinäseos	1 254	5 540	38	92,1	32	72
A6	IR & puna-apila	1 680	5 170	27	92,6	34	52
A7	puna-apila	685	5 420	43	93	45	85
A8	IR & puna-apila, ohra korjattu kokoviljana	616	-	19	89,5	19	9
B8	Valkoapila	731	5 350	47	93,6	46	91
	<i>El kerääjäkasvia</i>		5 760				
	<i>IR, italian raiheinä</i>		<i>Jyvät 14 %:n kosteudessa</i>	<i>TS, kokonaiskuiva-aine VS, orgaaninen kuiva-aine</i>			
<i>A and B viittaa lannoitukseen:</i>							
<i>A, lanta 40 kg ha⁻¹ liukoinen N and väkilannoite 45 kg ha⁻¹ N; B, väkilannoite 70 kg ha⁻¹ N</i>							

Kesän 2016 sadot parempia ja korjuussa vähemmän olkea mukaan!
TS-pitoisuudet: 17 – 25 % (oljen TS n. 80 %)

pH:n muutos säilönnässä

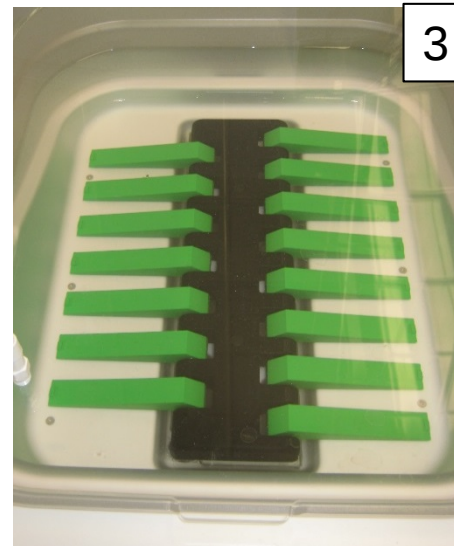
- Näytteiden pH laski säilönnän aikana:
 - Ennen säilöntää pH välillä 6,4 – 7,3
 - Säilönnän jälkeen pH välillä 5,1 – 5,9
- Onnistunut säilöntä; todettu myös aistinvaraisesti

A2 Italianraiheinä (7 kg/ha)
A3 Italianraiheinä (20 kg/ha)
A4 Monivuotinen heinäseos
A6 Puna-apila + italianraiheinä
A7 Puna-apila + öljyretikka
A8 Puna-apila + italianraiheinä, olki korjattu pois
B8 Valkoapila



Metaanituottopotentiaalin määrittäminen

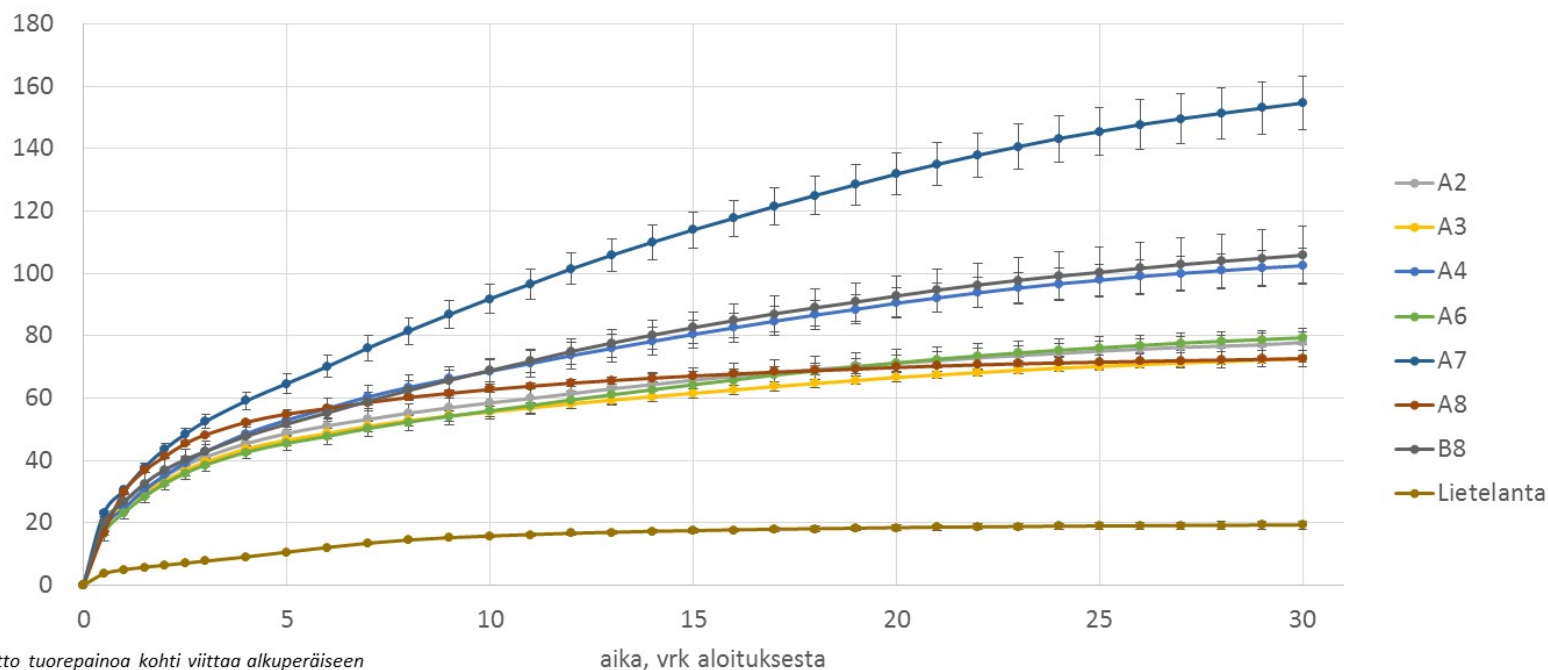
- Metaanituottopotentiaali määritettiin panoskokeella 37 ° C:ssa 30 vrk
- Määrittämisessä näytepulloon (1) punnitaan näytettä sekä ympäristä toimivaa biokaasureaktorin poistetta
- Syntyvä biokaasu johdetaan pesupulloon, jossa poistuu CO₂ (2)
- Kaasun mittauskennostolla (3) määritetään metaanikaasun määrä



Säilörehujen ja lietelannan metaanituotto tuorepainoa kohti

- A2 Italianraiheinä (7 kg/ha)
- A3 Italianraiheinä (20 kg/ha)
- A4 Monivuotinen heinäseos
- A6 Puna-apila + italianraiheinä
- A7 Puna-apila + öljyretikka
- A8 Puna-apila + italianraiheinä, olki korjattu pois
- B8 Valkoapila

litraa CH₄ /kg näytettä



Metaanituotto tuorepainoa kohti viittaa alkuperäiseen kerääjäkasviin. Oletuksella, että säilönnän aikainen massahäviö on mitätön.

Säilörehujen metaanintuottopotentiaali

A2 Italianraiheinä (7 kg/ha)

A3 Italianraiheinä (20 kg/ha)

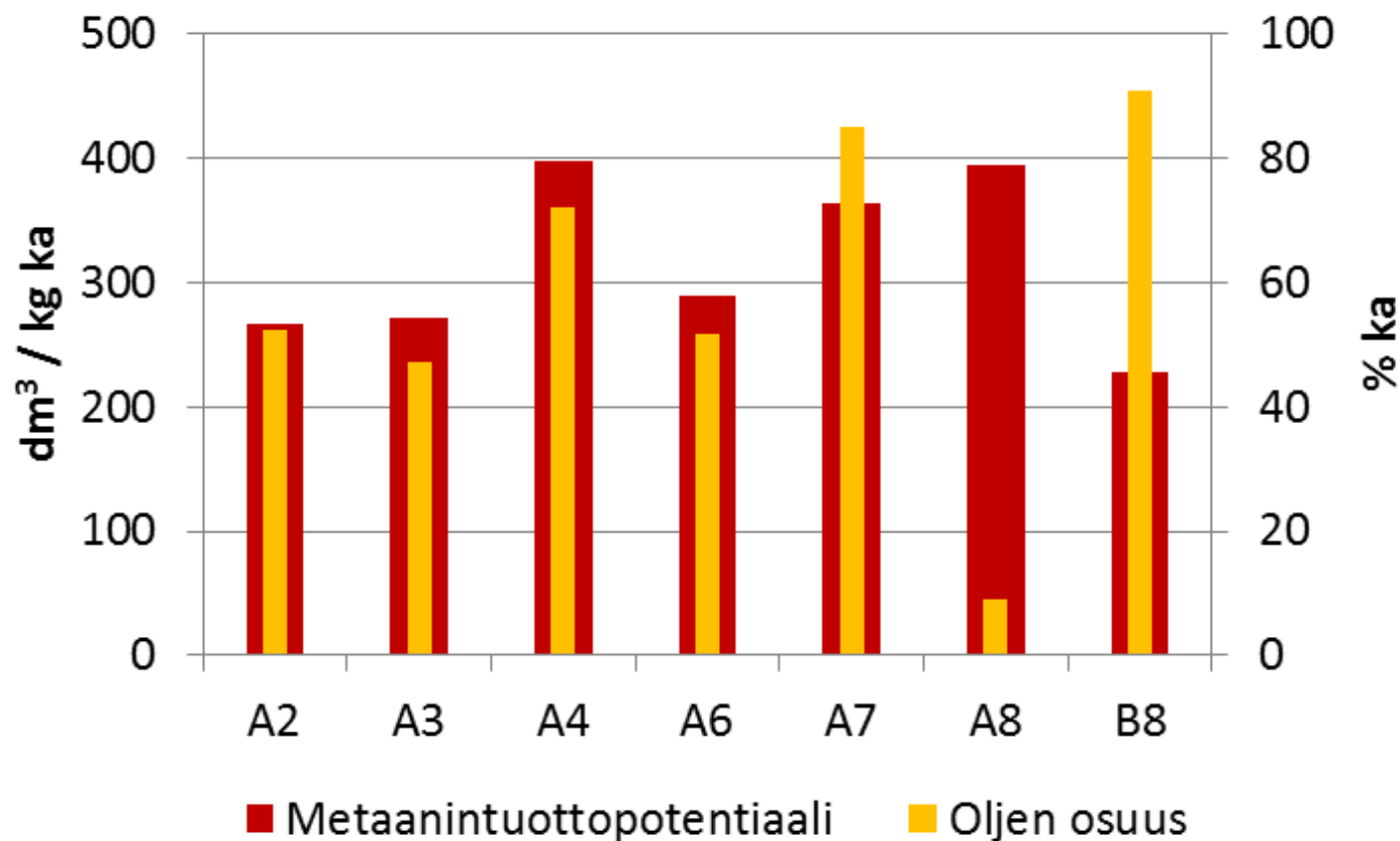
A4 Monivuotinen heinäseos

A6 Puna-apila + italianraiheinä

A7 Puna-apila + öljyretikka

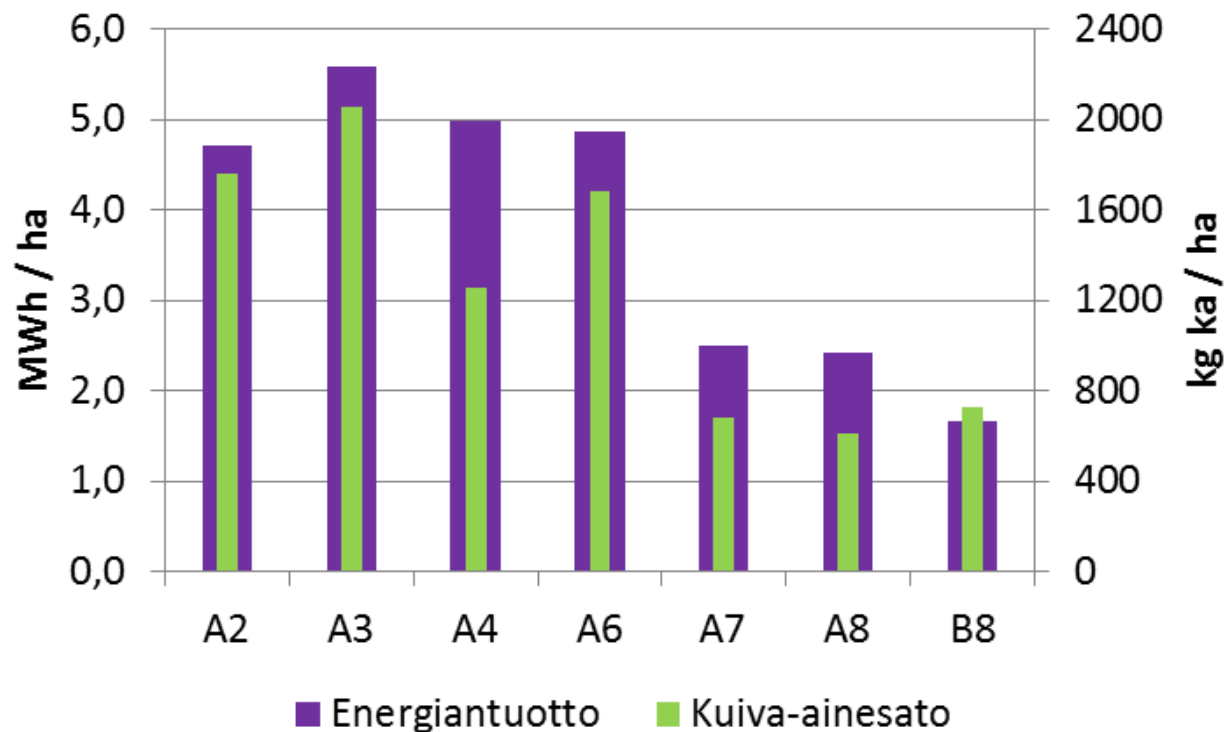
A8 Puna-apila + italianraiheinä, olki korjattu pois

B8 Valkoapila



Kerääjäkasvisadon energiapotentiaali

	Sato	CH ₄ -tuotto	Energiatuotto/ha
	kg ka/ha	litraa/kg ka	MWh/ha
A2	1762	267	4,7
A3	2057	272	5,6
A4	1254	398	5,0
A6	1680	290	4,9
A7	685	364	2,5
A8	616	395	2,4
B8	731	227	1,7



A2 Italianraiheinä (7 kg/ha)
 A3 Italianraiheinä (20 kg/ha)
 A4 Monivuotinen heinäseos
 A6 Puna-apila + italianraiheinä
 A7 Puna-apila + öljyretikka
 A8 Puna-apila + italianraiheinä,
 olki korjattu pois
 B8 Valkoapila

Yhteenveto kesän 2015 kerääjäkasvikoikeista

- Kerääjäkasvien seassa olleen oljen vaikutus näkyi mitatuissa tuloksissa

Mitä enemmän olkea, sitä

Korkeampi kuiva-ainepitoisuus

Alempi typpipitoisuus

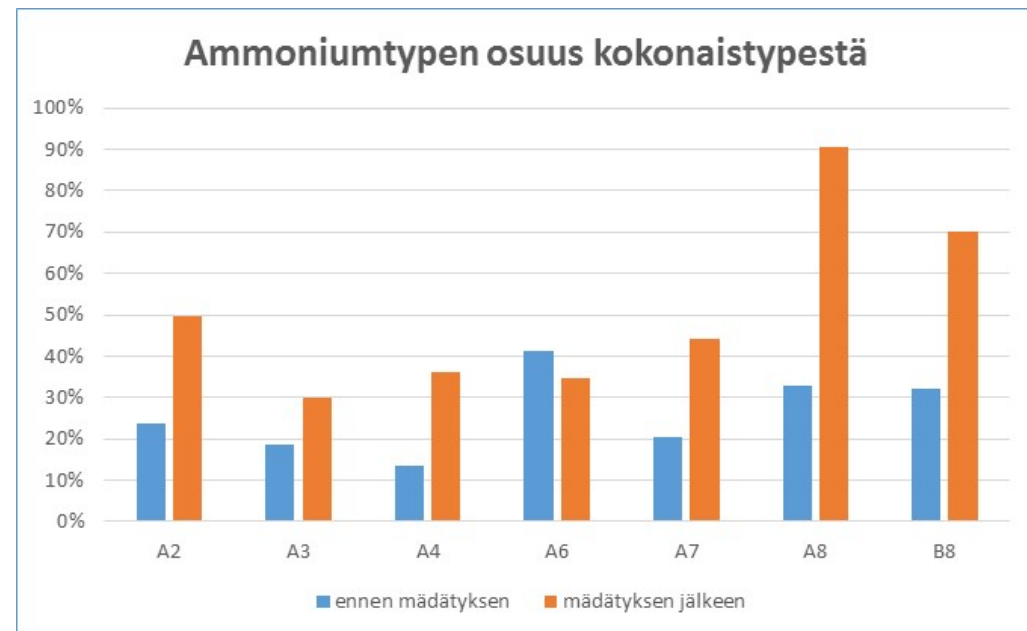
Vähemmän rehumassaa per säilötty tilavuus

Alempi metaanituotto

- Paras metaanituotto monivuotisella heinäseoksella (oljen vaikutus huomioiden)
- Paras kuiva-ainesato saatiin italianraiheinällä (20 kg/ha)
- Kun otetaan huomioon vaikutus pääkasvin satoon, paras kokonaishyöty saatiin monivuotisella heinäseoksella

Yhteenveto kesän 2015 kerääjäkasvikokeista

- Kerääjäkasveilla sopiva C/N –suhde biokaasuprosessiin:
 - sitä korkeampi mitä enemmän olkea eli kerääjäkasvilla korkeampi N-pitoisuus kuin oljella ; korkeimmillaan suhdearvo 46 (näyte B8)
 - sopivin C/N –suhde (arvo 19) oli puna-apila + italianraiheinä –seoksella, josta olki oli korjattu pois (näyte A8)
- Tutkituilla näytteillä sitä alempi P-pitoisuus mitä enemmän olkea (vastaavasti kuin myös alempi N-pitoisuus mitä enemmän olkea)
- Biokaasuprosessin aikana kerääjäkasvin tyyppi liukoistuu hyvin ammonium-N-muotoon parhaimmillaan (näyte A8) mädätysjäännöksessä ammonium-N:n osuus kokonaistypestä oli 90 %

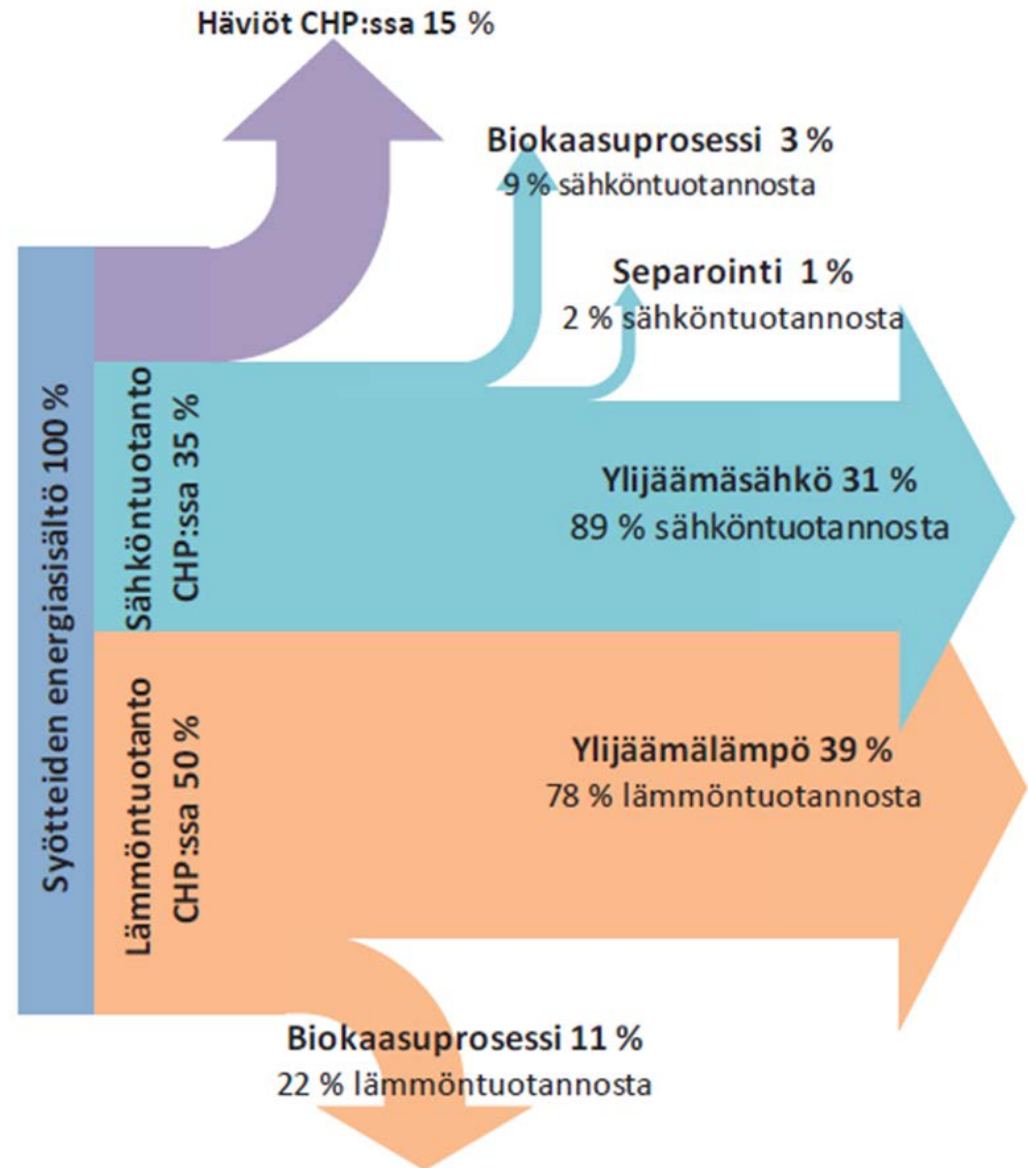


Kerääjäkasvit biokaasutuotannossa

- Hyödyntäminen tilan olemassa olevassa biokaasulaitoksessa
 - Märkäprosessi: Hyvä lisäsyöte lietelannan joukkoon
 - Esim. lehmän lietelannan metaanituotto vastaa noin oljen tuottoa (kuiva-ainetta kohti); kerääjäkasveilla parhaimmillaan n. 2-2,5 kertainen tuotto
 - Kuivaprosessi: Liian kosteaa yksinään, oljen osuus hyväksi
- Kuljetus lähellä sijaitsevaan biokaasulaitokseen
 - Tällä hetkellä biokaasulaitokset eivät maksa viljelijälle biokaasun raaka-aineesta, päinvastoin laitokset perivät porttimaksua vastaanottamistaan syötteistä
 - Biokaasutuotannon kasvaessa kysyntään ei pystytä vastaamaan ainoastaan jäteraaka-aineita hyödyntämällä ja jo nyt puhutaan porttimaksuista luopumisesta, tulevaisuudessa todennäköisesti raaka-aineista mahdollista maksaa tuottajalle
 - Raaka-aineesta on mahdollista maksaa, jos biokaasuenergiasta saadaan parempaa tuottoa, esim. liikennepolttoaineena sähkön tuotannon sijaan

Biokaasuprosessin energiavirrat CHP-tuotannossa

- *Lähde: Marttinen ym.,
Biokaasulaitokset –
syötteistä lopputuotteisiin,
Luonnonvara- ja biotalouden
tutkimus 14/2015*
- Sian lietelanta 16 000 t/v +
HVP-nurmi 3 500 t/v
(ka 37 % → 1 300 t ka/v);
yht. 19 500 t/v
- Usean tilan keskitetty
laitos



HVP, hoidettu viljelemätön pelto

Minkä verran energiaa tila voisi tuottaa kerääjäkasveilla?

- Omaa peltoa viljelyssä 100 ha, energiantuotto 5 MWh/ha
→ **500 MWh**
- Hyödyntäminen sähköinä (35 %) ja lämpönä (50 %), josta vähennetään biokaasulaitoksen oman energian kulutus
→ sähköä 31 %: **155 MWh = 15 500 €** (100 €/MWh, alv 0 %)
→ lämpöä 39 %: **195 MWh = 12 300 €** (63 €/MWh, alv 0 %)
- Tässä ei ole huomioitu pääkasvin sadonmenetystä, kerääjäkasvin korjuukustannusta eikä biokaasulaitoksen investointikustannusta
- Biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuutta voi arvioida esim. E-farm® ohjelmalla ja biokaasulaskurilla www.biokaasulaskuri.fi

Kerääjäkasvien biokaasupotentiaalin valtakunnallinen tarkastelu

- Suomessa vuonna 2016 kerääjäkasveja viljeltiin n. 142 000 ha
- Jos oletetaan energiantuotto 5 MWh/ha → **710 000 MWh/v**
 - josta CHP-laitoksessa tuotettu energia 85 % → 603 500 MWh/v
 - ja puhdistetun liikennekaasun energia: 97 % → 688 700 MWh/v
- Tämä liikennekaasu riittää n. **60 000 henkilöautolle vuodessa**
 - Laskentaperusteet:
 - Kaasuauton keskikulutus (VW Passat Sedan 1,4TSI EcoFuel):
4,6 kg/100 km
 - Henkilöauton keskimääräinen ajomatka (Autoliitto 2010):
18 000 km/vuosi
 - Liikennekaasun energiasisältö (www.gasum.fi): 13,9 kWh/kg
 - $0,046 \text{ kg/km} \times 18\,000 \text{ km} \times 13,9 \text{ kWh/kg} = 11,5 \text{ MWh}$ (yhden auton vuosikulutus)



Kiitos !